

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-021550

(43)Date of publication of application : 24.01.1990

(51)Int.Cl.

H01J 37/22

(21)Application number : 63-172248

(71)Applicant : HAMAMATSU PHOTONICS KK

(22)Date of filing : 11.07.1988

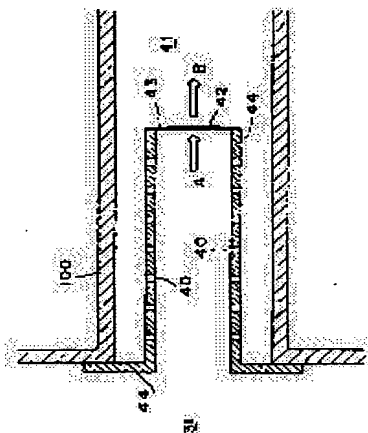
(72)Inventor : OSUGA SHINJI  
SUGIYAMA MASARU  
OBA AKIRA  
KINOSHITA KATSUYUKI

## (54) X-RAY IMAGE OBSERVATION DEVICE

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To enable an hourly change of a substance to be observed to be continuously observed while being able to observe an image having large magnification utilizing X-rays by thinning a supporting film to the extent not to interfere with transmission of X-rays while forming a throughhole on a supporting member.

**CONSTITUTION:** Photoelectric conversion film 42 is fixed to a supporting film 43 thin to the extent not to interfere with transmission of X-rays for being arranged inside a vacuum container 31 to perform photoelectric conversion without attenuating an expanded X-ray image in order to observe the converted image as a visible image. Thereby, observation of the enlarged image of a substance to be observed is made possible while making it possible to observe even a continuous hourly change. Further, since a throughhole 40 is formed on a supporting member 44, which supports the supporting film 43, a vacuum degree can be made equal between the side of X-ray imaging and the side of electron imaging while being able to make the supporting film 43 extremely thin.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

特公平6-40476

(24) (44) 公告日 平成 6 年(1994) 5 月25日

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>	識別記号	F I
H01J 37/22		
G21K 7/00	9215-2G	
H01J 31/50	A 8326-5E	

請求項の数 3 (全 5 頁)

(21) 出願番号	特願昭63-172248	(71) 出願人	999999999 浜松ホトニクス株式会社 静岡県浜松市市野町1126番地の 1
(22) 出願日	昭和63年(1988) 7 月11日	(72) 発明者	大須賀 慎二 静岡県浜松市市野町1126番地の 1 浜松ホ トニクス株式会社内
(65) 公開番号	特開平2-21550	(72) 発明者	杉山 優 静岡県浜松市市野町1126番地の 1 浜松ホ トニクス株式会社内
(43) 公開日	平成 2 年(1990) 1 月24日	(72) 発明者	大庭 昌 静岡県浜松市市野町1126番地の 1 浜松ホ トニクス株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 長谷川 芳樹 (外 3 名)
		審査官	飯高 勉

最終頁に続く

## (54) 【発明の名称】 X線像観察装置

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 X線が入射する入射窓を備えた真空容器と、  
前記入射窓からX線が照射される位置に、観察すべき試料を位置させる試料保持部材と、  
前記入射窓から入射し前記試料を透過したX線を所定の位置に結像させるX線結像手段と、  
前記X線の結像位置に設けられた支持膜と、  
この支持膜に付着形成された光電変換膜と、  
この光電変換膜が前記X線の結像位置に配置されるよう  
に前記支持膜を支持して前記真空容器に固定された支持部材と、  
前記光電変換膜からの電子を所定の位置に結像する電子結像手段とを備え、  
前記支持膜は前記X線の透過を妨げない程度に薄くなっ

2

ており、かつ前記支持部材には少なくとも1つの貫通穴が形成されていることを特徴とするX線像観察装置。

【請求項 2】 前記支持部材は前記真空容器中の前記電子結像手段側に突出形成された筒体をなし、前記貫通穴はこの筒体の側壁に形成されていることを特徴とする請求項 1 記載のX線像観察装置。

【請求項 3】 前記真空容器はX線源を収容しており、このX線源と前記X線結合手段は前記入射窓によって仕切られていることを特徴とする請求項 1 記載のX線像観察装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 〔産業上の利用分野〕

本発明はX線像観察装置に関し、特に詳細には、光電変換膜をその中に備えた真空容器を有するX線像観察装置に関する。

## 〔従来技術〕

従来、X線像観察装置では拡大されてきたX線像をX線フィルム上に投影し、そのX線フィルムを現像することにより拡大像を観察していた。また、特に微弱なX線像を観察するためには、X線の減衰を防止するために真空容器内で拡大して観察する必要がある。その為、X線フィルムは真空容器内に固定された状態で拡大像を撮影し、その後、真空容器を破壊して取り出して現像することにより拡大像を観察していた。

また、X線フィルムを使用せず、シンチレータを用いてX線像を電子像に変換して、その電子像を蛍光面に写し出すことにより像を観察する装置が、例えば特開昭59-101134号公報に開示されている。

更にまた、測定物を真空容器のX線入射窓上に固定し、その対向面で真空容器の内面にX線-電子変換膜を付着し、測定物を透過したX線をX線-電子変換膜により電子に変換し、その電子像をフィルムに撮影する方法も知られている。

## 〔発明の解決すべき問題点〕

上記X線フィルムを使用する方法では、拡大像を観察するためにはX線フィルムを現像しなければならない。この為、観察すべき物体の時間的変化を観察することができず、またこのX線フィルムを現像するためには真空容器を破壊し取り出さなければならなかった。更に、この様なX線フィルムを使用する方法では、X線フィルムに照射されたX線の量とそのフィルムの黒化度との関係の再現性が悪く、更に、そのX線の量と黒化度との直線性が悪いことにより、正確な拡大像を観察出来なかった。また、人間がその拡大像を目視するためには、その現像したX線フィルムを拡大したり顕微鏡で観察したりしなければならず、拡大像の観察に複雑な手間が掛かっていた。

一方、上記公報に開示されるシンチレータを使用する装置では、真空容器内でX線像を拡大していないため、微細なX線像を観察することが出来ず、また顕微鏡として使用できるほど拡大することも出来ない。

更に、真空容器のX線入射窓の内面にX線-電子変換膜を付着させる方法では、大気圧と真空容器内の圧力差による破壊を防止するため、このX線入射窓の厚さを一定以上にしなければならない。そのため、入射窓部においてX線が吸収されて減衰することによって、鮮明な像を得ることが難しくなっていた。

そこで、本発明は上記問題点を解決し、被観察物の時間的変化を連続的に観察でき、かつ、X線を利用して拡大率の大きい像を観察することの出来るX線像観察装置を低することを目的とする。

## 〔問題点を解決するための手段〕

本発明のX線像観察装置は、X線が入射する入射窓を備えた真空容器と、この入射窓からX線が照射される位置に、観察すべき試料を位置させる試料保持部材と、この

入射窓から入射し試料を透過したX線を所定の位置に結像させるX線結像手段と、このX線の結像位置に設けられた支持膜と、この支持膜に付着形成された光電変換膜と、この光電変換膜がX線の結像位置に配置されるように支持膜を支持して真空容器に固定された支持部材と、光電変換膜からの電子を所定の位置に結像する電子結像手段とを備えて構成する。そして、支持膜はX線の透過を妨げない程度に薄くなっており、かつ支持部材には少なくとも1つの貫通穴が形成されていることを特徴とする。

ここで、支持部材は真空容器中の電子結像手段側に突出形成された筒体をなし、貫通穴はこの筒体の側壁に形成されていることを特徴としてもよい。また、X線源は上記真空容器中に設けられていてもよい。

## 〔作用〕

本発明のX線像観察装置では、試料保持部材によって配置された試料に対して、入射窓からX線が照射される。この試料を透過したX線は、X線結像手段によって所定の位置に結像される。なおこの場合、拡大された像として結像させることが好ましい。

また、この結像位置に設けた光電変換膜によって、X線像が可視像に変換されるが、この際、光電変換膜を、X線の透過を妨げない程度に薄い支持膜に固定することで、このX線が多分に減衰されることなく光電変換される。

また、この支持膜は支持部材によって支持されるが、この支持部材に貫通穴を形成することで、支持部材を境としたX線結像側と電子結像側とで真空の程度が同等になるように作用する。

## 〔実施例〕

以下添付図面の第1図および第2図を参照して、本発明の実施例を説明する。尚、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

第1図は実施例に係るX線像観察装置の全体構造図である。図示の通り実施例の装置は、X線を出射するためのX線源をなすX線出射部1と、試料をセッして導入するため試料導入部2と、X線像を拡大するためのX線像拡大部3と、電子像を拡大するための電子像拡大部4と、拡大像を観察するための拡大像観察部5とを備えている。そして、上記のX線出射部1、試料導入部2、X線像拡大部3および電子像拡大部4は真空容器100中に組み付けられている。

X線出射部1は真空室11に設けられた熱陰極12とX線が入射する板状の入射窓に固定されたターゲット13を含み、真空室11はこの入射窓によって、X線像拡大部3側の真空室31と仕切られた構造となっている。なお、この真空室11はバルブ14を介して真空系に接続されている。試料導入部2は試料室21に設けられた直線導入端子22と、この直線導入端子22に固定された試料セット部材23と、X線像拡大部3とを仕切るゲー

トバルブ 24 とを含み、試料セット部材 23 には試料 25 がセットされるようになっている。そして、試料室 21 はバルブ 26 を介して真空系に接続され、真空引きが可能になっている。

X線像拡大部 3 は真空容器 100 により形成される真空室 31 と、X線を反射させる斜入射反射鏡 32 と、不要なX線をカットする遮光板 33 とを有し、真空室 31 はバルブ 34 を介して真空系に接続されている。電子像拡大部 4 は真空容器 100 により形成される真空室 41 と、X線を受けて電子（光電子）を放出する光電変換膜 42 と、光電変換膜 42 を支持する支持膜 43 と、支持膜 43 を支持して真空容器 100 に固定される筒状の支持部材 44 と、電子を増倍させるマイクロチャンネルプレート 45 と、電子を受けて蛍光を発する蛍光膜 46 と、電子増を拡大するコイル 47、48 とを有し、真空室 41 はバルブ 49 を介して真空系に接続されている。拡大像観察部 5 はリレーレンズ 51 と撮像管 52 を有し、更に図示しないフレームメモリ、モニタなどを有している。

第 2 図は光電変換膜 42 の近傍の拡大構成を示している。図示の通り、X線像拡大部 3 の真空室 31 と電子像拡大部 4 の真空室 41 は支持部材 44 によって仕切られ、この支持部材 44 の基端部は真空容器 100 の内面に固定される。支持部材 44 の先端部は電子像拡大部 4 側に突出する筒体をなし、その先端には支持膜 43 が固定されてここに光電変換膜 42 が付着形成される。ここで、支持膜 43 は微弱なX線を透過できる程度に十分に薄く（数  $\mu\text{m}$ ）かつその材料はX線透過性を有するものとなっている。従って、矢印 A 方向にX線が入射されると矢印 B 方向に光電子が放出される。また、支持部材 44 の側壁には複数の貫通穴 40 が形成され、これによって真空室 31 と真空室 41 の真空の程度が同等になるようになっており、従って支持膜 43 を極めて薄くすることが可能になっている。

次に、上記実施例に係るX線像観察装置の作用を順次に説明する。

まず、試料セットの際にはゲートバルブ 24 を図中の点線のように閉じて試料室 21 の真空を解除する。この状態では、直線導入端子 22 および試料セット部材 23 は図中の実線のように試料室 21 に収容されており、図示しない扉をあけて試料 25 を試料セット部材 23 にセットする。そして、扉を閉じてバルブ 26 を開き、試料室 21 を真空引きする。試料室 21 が真空になったらゲートバルブ 24 を図中の実線のように開き、直線導入端子 22 を操作して試料セット部材 23 を観察位置まで送る。これにより、試料 25 は所定の位置にセットされる。

次に、熱陰極 12 に通電して熱電子をターゲット 13 に向けて放出する。これにより、ターゲット 13 からはX線が生成され、このX線は入射窓から試料 25 に向けて

出射される。X線は試料 25 を透過して斜入射反射鏡 32 で反射され、従って光電変換膜 42 に拡大されたX線像が形成される。ここで、不要なX線は遮光板 33 によりカットされる。光電変換膜 42 にX線像が形成されると、これに対応して電子が放出される。これによる電子像はコイル 47、48 を介して拡大され、マイクロチャンネルプレート 45 で電子増幅されて蛍光膜 46 に結像される。従って、蛍光膜 46 では拡大された光学像が得られることになる。

ここで、斜入射反射鏡 32 の拡大倍率を 20 倍とし、電子像拡大部 4 の光電変換膜 42 上での分解能を  $1\mu\text{m}$  とし、コイル 47、48 で構成される電子レンズの拡大倍率を 100 倍とすると、試料 25 上での分解能は  $1\mu\text{m} / 20 = 50\text{nm}$  となり、また蛍光膜 46 上では試料 25 上の  $50\text{nm}$  が  $0.1\text{mm}$  に拡大されることになる。

更に、蛍光膜 46 上に形成された拡大像はリレーレンズ 51 を通して TV カメラ（撮像管 52）にその像が捕らえられ、この TV カメラで捕らえられた拡大像は電気ビデオ信号に変換されてビデオフレームメモリに送られる。このビデオフレームメモリでは送られてきた電気ビデオ信号を A/D 変換し、一定時間積算する。そして積算された結果をモニタに送る。このモニタでは積算された結果より可視像を作成する。この TV カメラで蛍光膜 46 上に形成された可視像を撮像することにより、モニタ上では試料上での  $50\text{nm}$  も容易に目視することができる。すなわち、リレーレンズ 51 の倍率を 1 倍、TV カメラ 52 の入力面の大きさを  $10\text{mm} \times 10\text{mm}$  とし、モニタの画面を  $20\text{cm} \times 20\text{cm}$  とすると、このX線顕微鏡では全体として、 $20 \times 100 \times 20 = 40000$  倍の倍率を得ることができる。

また、X線像が十分な強度を有している場合にはビデオフレームメモリを用いることなく、TV カメラの一般的な時間分解能である 1/30 秒毎に 1 枚の画像が得られるので、ほぼリアルタイムのX線像の観察が可能となる。しかし、X線像が微弱な場合には、先に説明した実施例のようにビデオフレームメモリを用いて電気ビデオ信号を A/D 変換し、信号を積算することにより良好な画像を得るようにする必要がある。この場合には、リアルタイムでの拡大像の観察を行うことは出来ないが、連続的な観察は可能となる。

本発明は上記実施例に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。

例えば、光電変換膜 42 及び支持膜 43 の構成については、ガラス、金属または Si 等の支持体 44 に Si、N、膜、有機薄膜等（パリレン等）を張り付け、その上に Au の薄膜を付着させればよい。またX線を電子に直線変換することの出来る Au の薄膜の代わりにヨウ化セシウムとアンチモンセシウムとの 2 層構造体を用いて、X線を間接的に光電子に変換してもよい。

上記実施例では斜入射X線反射鏡を用いてX線像を拡大

しているが、本発明の装置にはX線ゾーンプレート又は多層膜X線反射鏡を用いてX線像を拡大してもよい。また、入射X線強度が十分に高いときはマイクロチャンネルプレートを設置することは必須ではなく、更に蛍光膜46の位置にCCDデバイスを設けて画像情報を得るようにしてもよい。更に、上記実施例では像を拡大する例について説明したが、等倍、すなわち拡大しない場合にも本発明は適用できる。

#### 【発明の効果】

以上、詳細に説明した通り本発明では、X線を光電変換して更に可視像として観察できるので、X線フィルムを現像拡大するような複雑な処理を必要とせず拡大像を得られ、更に被観察物としての試料の拡大像の連続的な時間的変化をも、リアルタイムで観察することが可能となる。

さらに、X線像を拡大したのち電子像に変換し、更にこの電子像を拡大して可視像とするため、非常に大きい拡大倍率を得ることができる。

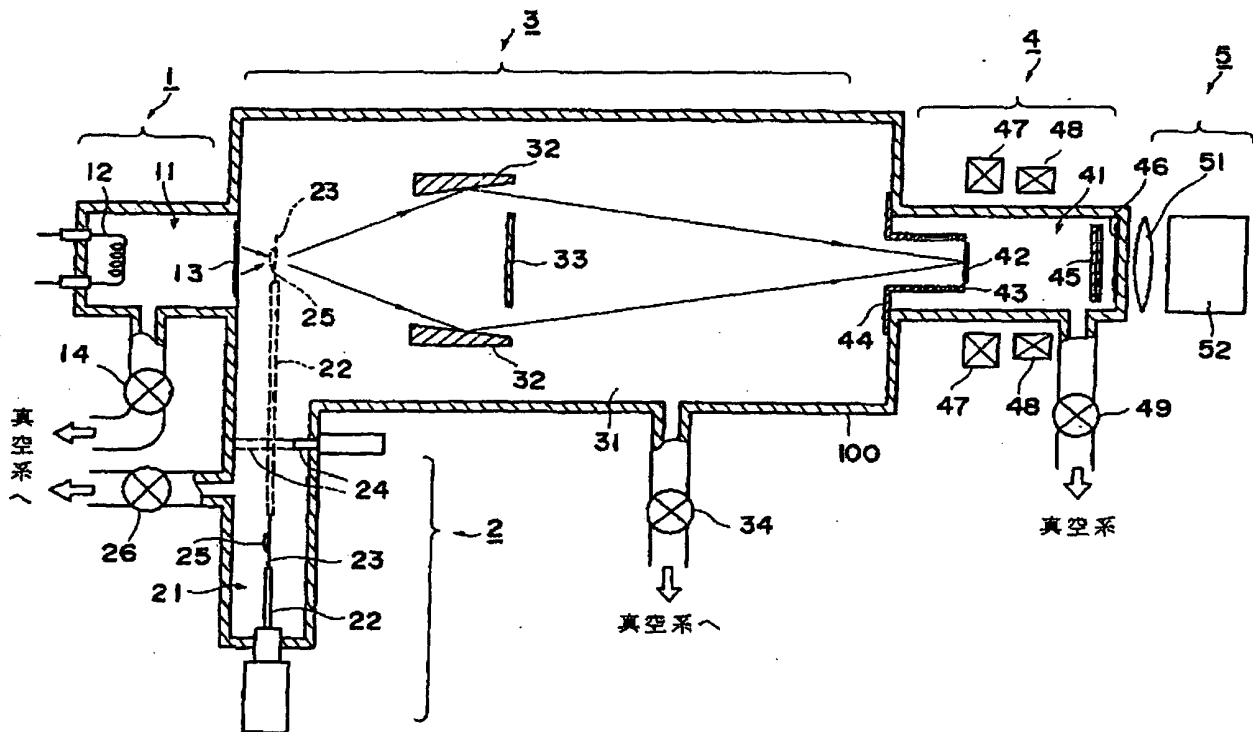
また、X線像を最終的に電気信号に変換できるため、光電変換膜より放出された光電子に相当する電気信号を積算することにより、非常に微弱なX線像であっても、鮮明にその拡大像を得ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

第1図は、本発明に従う実施例の側面構成図、第2図は、第1図に示す光電膜近傍の拡大側面図である。

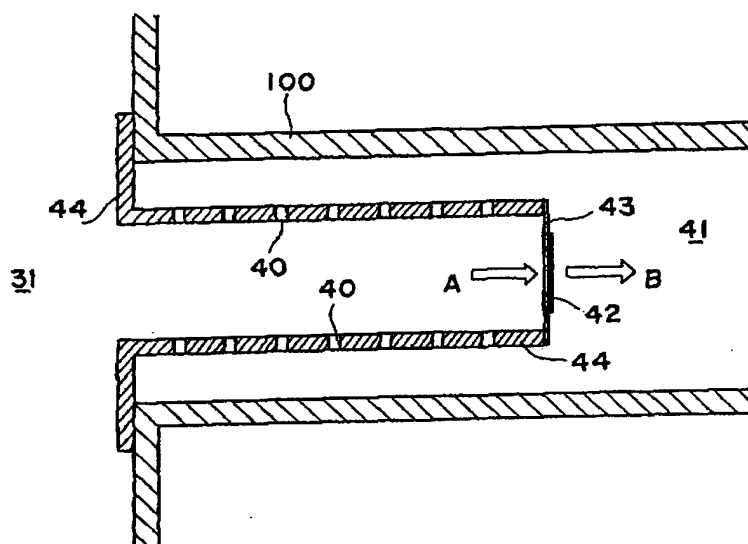
1……X線出射部、11……真空室、12……熱陰極、13……ターゲット、2……試料導入部、21……試料室、22……直線導入端子、23……試料セット部材、24……ゲートバルブ、25……試料、3……X線像拡大部、31……真空室、32……斜入射反射鏡、33……遮光板、4……電子像拡大部、41……真空室、42……光電変換膜、43……支持膜、44……支持部材、45……マイクロチャンネルプレート、46……蛍光膜46、5……拡大像観察部、51……リレーレンズ、52……TVカメラ。

【第1図】



実施例の全体構成

【第2図】



光電変換膜近傍の構成

---

フロントページの続き

(72) 発明者 木下 勝之  
静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ  
トニクス株式会社内

(56) 参考文献 特開昭51-33554 (J P, A)